

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000263

International filing date: 16 February 2005 (16.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 012 223.7  
Filing date: 12 March 2004 (12.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 22 April 2005 (22.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 012 223.7

**Anmeldetag:** 12. März 2004

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

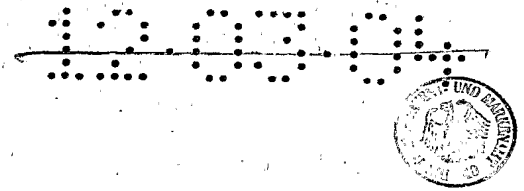
**Bezeichnung:** Pulsgenerator-Schaltkreis und Schaltkreis-  
Anordnung

**IPC:** H 03 K 3/353

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

  
Sieck



## Beschreibung

### Pulsgenerator-Schaltkreis und Schaltkreis-Anordnung

- 5 Die Erfindung betrifft einen Pulsgenerator-Schaltkreis und eine Schaltkreis-Anordnung.

10 Flankengesteuerte Flip-Flops oder flankengesteuerte Master-Slave-Latch-Paare sind essentielle Grundbausteine für die Synchronisierung mehrstufiger Logikschaltungen. Sie werden in nahezu allen modernen integrierten Digitalschaltungen wie digitalen Signalprozessoren (DSPs), Mikroprozessoren und integrierten Schaltkreisen für Kommunikationsanwendungen zur Erhöhung des Datendurchlasses mittels Pipelining verwendet.

15 Für den Anwendungsbereich mit niedrigen aktiven Verlustleistungen müssen Flip-Flops und Master-Slave-Latch-Paare selbst dann noch zuverlässig funktionieren und eine ausreichende Schaltgeschwindigkeit aufweisen, wenn der Unterschied zwischen einer Versorgungsspannung  $V_{DD}$  und einer Schwellwertspannung der Transistoren  $V_T$  gering ist, das heißt

20 wenn die Gate-Overdrive-Spannung  $V_{DD}-V_T$  niedrig ist.

Bei einer Implementierung mit modernen Sub-100-nm-CMOS-Technologien zeigt sich jedoch, dass die parasitären Kapazitäten der MOS-Transistoren einen nicht zu vernachlässigenden Anteil der zu treibenden Gesamtkapazität bilden. Speziell die Junction- und Gate-Overlap-Kapazitäten zwischen Drain-Anschluss und einem internen oder externen Ausgangsknoten verlangsamen den Schaltvorgang. Insbesondere

30 ist zu beachten, dass die Gate-Drain-Kapazitäten aufgrund des Miller-Effekts doppelt so groß erscheinen, da sich im dynamischen Bereich sowohl die Gate- als auch die Drain-Potentiale auf einer Zeitskala von ungefähr 10ps bis 30ps entgegengesetzt verändern.

2

Flankengesteuerte Flip-Flops auf der Basis von  
Leseverstärkern weisen im Gegensatz zu anderen Schaltkreis-  
Anordnungen wie flankengesteuerten Master-Slave-Latch-Paaren  
eine hohe Schaltgeschwindigkeit auch bei niedrigem Gate-  
5 Overdrive  $V_{DD}-V_T$  auf, siehe [1].

Hinsichtlich der Robustheit reagieren Flip-Flops auf der  
Basis von Leseverstärkern bei niedrigen Versorgungsspannungen  
weniger sensitiv auf Prozessvariationen als Master-Slave-  
10 Latch-Paare, wie in [2] offenbart ist.

Nach der Einführung solcher Flip-Flops (siehe [4]) wurden  
Verbesserungen vorgenommen. So konnte zum Beispiel ein  
symmetrischeres Schaltverhalten, das heißt gleiche  
15 Taktsignal-/Flip-Flop-Signal-Verzögerungszeiten (CLK-Q-  
Verzögerungszeiten, mit Taktsignal CLK, Flip-Flop-Signal Q,  
invertiertes Flip-Flop-Signal /Q) für ein Flip-Flop mit den  
differenziellen Ausgängen Q und /Q erzielt werden.

20 Im Weiteren wird beziehend auf **Fig.1** eine Schaltkreis-  
Anordnung 100 beschrieben, wie sie in [4] offenbart ist.

Die Schaltkreis-Anordnung 100 ist aus einem Pulsgenerator-  
Teilschaltkreis 101, einem Flip-Flop-Teilschaltkreis 102 und  
25 einem Schalt-Teilschaltkreis 103 gebildet.

Bei dem Pulsgenerator-Teilschaltkreis 101 ist an einem  
Taktsignaleingang 104 ein Taktsignal CLK bereitgestellt. Der  
Taktsignaleingang 104 ist mit dem Gate-Anschluss eines n-MOS-  
30 Takt-Feldeffekttransistors 105 gekoppelt. Ein erster Source-  
/Drain-Anschluss des n-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 105 ist  
auf das elektrische Massepotential  $V_{SS}$  115 gebracht. Ein  
zweiter Source-/Drain-Anschluss des n-MOS-Takt-

Feldeffekttransistors 105 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 106 gekoppelt, an dessen Gate-Anschluss ein Datensignal D angelegt ist. Der zweite Source-/Drain-Anschluss des n-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 105 ist ferner mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 107 gekoppelt, an dessen Gate-Anschluss ein zu dem Datensignal D komplementäres Datensignal /D angelegt ist. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 106 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistors 108 gekoppelt, dessen Gate-Anschluss auf ein elektrisches Potential  $V_{DD}$  gebracht ist. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistors 108 ist mit einem zweiten Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 107 gekoppelt. Ferner ist ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 106 mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten n-MOS-Signaltransfer-Feldeffekttransistors 109 gekoppelt. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Signaltransfer-Feldeffekttransistors 109 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 111 und mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 112 gekoppelt. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 111 und ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 112 sind auf das elektrische Potential der Versorgungsspannung  $V_{DD}$  116 gebracht. Ferner ist der Gate-Anschluss des ersten n-MOS-Signaltransfer-Feldeffekttransistors 109 mit dem Gate-Anschluss des ersten

p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 112 gekoppelt. Der zweite Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 107 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten n-MOS-Signaltransfer-

5 Feldeffekttransistors 110 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 113 und mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 114 gekoppelt ist. Der Gate-  
10 Anschluss des zweiten n-MOS-Signaltransfer-Feldeffekttransistors 110 ist dem Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 114 gekoppelt. Ferner sind ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 113 und ein zweiter Source-/Drain-  
15 Anschluss des zweiten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 114 auf das elektrische Potential der Versorgungsspannung  $V_{DD}$  116 gebracht. Der Gate-Anschluss des ersten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 111 ist mit dem Taktsignaleingang 104 gekoppelt. Ferner ist der Taktsignaleingang 104 mit dem Gate-  
20 Anschluss des zweiten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 113 gekoppelt.

Im Weiteren wird die Verschaltung innerhalb des Flip-Flop-Teilschaltkreises 102 beschrieben.

25

Ein erster Source-/Drain-Anschluss eines ersten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 125 ist auf das Versorgungspotential  $V_{DD}$  116 gebracht. Ferner ist ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Flip-Flop-  
30 Feldeffekttransistors 125 mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 126 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 115 gebracht ist. Ein erster

5

Source-/Drain-Anschluss eines zweiten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 127 ist auf das elektrische Massepotential 115 gebracht. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 127 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 128 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 115 gebracht ist. Der Gate-Anschluss des ersten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 125 und der Gate-Anschluss des ersten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 126 sind miteinander gekoppelt und bilden einen Speicherknoten /Q des Flip-Flop-Teilschaltkreises 102. Ferner sind der Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 127 und der Gate-Anschluss des zweiten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 128 miteinander gekoppelt und bilden einen Speicherknoten Q des Flip-Flop-Teilschaltkreises 102. Der zweite Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 125 ist mit dem Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 127 gekoppelt. Ferner ist ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 127 mit dem Gate-Anschluss des ersten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 126 gekoppelt.

25

Im Weiteren wird die Verschaltung innerhalb des Schalt-Teilschaltkreises 103 beschrieben.

Ein erster Source-/Drain-Anschluss eines ersten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 117 ist auf das Versorgungspotential 116 gebracht. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 117 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten n-MOS-Schalt-

30

6

Feldeffekttransistors 118 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 115 gebracht ist. Ferner ist ein erster Source-/Drain-Anschluss eines zweiten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 119 auf das elektrische Versorgungspotential 116 gebracht. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 119 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 120 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 115 gebracht ist.

Ein erster Source-/Drain-Anschluss eines dritten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 121 ist auf das elektrische Versorgungspotential 116 gebracht. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des dritten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 121 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines dritten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 122 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 115 gebracht ist. Der Gate-Anschluss des dritten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 121, der Gate-Anschluss des dritten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 122 und der Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 119 sind miteinander gekoppelt. Ferner ist ein erster Source-/Drain-Anschluss eines vierten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 123 auf das Versorgungspotential 116 gebracht. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des vierten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 123 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines vierten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 124 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 115 gebracht ist. Der Gate-Anschluss des vierten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 123, der Gate-Anschluss des vierten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 124 und der Gate-Anschluss



7

des ersten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 117 sind miteinander gekoppelt.

Im Weiteren wird die Kopplung der Teilschaltkreise 101, 102,  
5 103 miteinander beschrieben.

Der Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Rückkoppel-  
Feldeffekttransistors 114 ist mit dem Gate-Anschluss des  
ersten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 117 gekoppelt.  
10 Ferner ist der Gate-Anschluss des ersten p-MOS-  
Rückkoppel-Feldeffekttransistors 112 mit dem Gate-  
Anschluss des zweiten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors  
119 gekoppelt. Der zweite Source-/Drain-Anschluss des  
15 dritten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 121 ist mit  
dem Gate-Anschluss des ersten n-MOS-Schalt-  
Feldeffekttransistors 118 gekoppelt. Der zweite Source-  
/Drain-Anschluss des vierten p-MOS-Schalt-  
Feldeffekttransistors 123 ist mit dem Gate-Anschluss des  
20 zweiten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 120  
gekoppelt. Der zweite Source-/Drain-Anschluss des ersten  
p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 117 ist mit dem Gate-  
Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-  
Feldeffekttransistors 127 gekoppelt. Ferner ist der  
25 zweite Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Schalt-  
Feldeffekttransistors 119 mit dem zweiten Source-/Drain-  
Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-  
Feldeffekttransistors 127 gekoppelt.

An dem Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Rückkoppel-  
30 Feldeffekttransistors 114 ist ein Eingangssignal /S für den  
Flip-Flop-Teilschaltkreis 102 bereitgestellt, generiert von  
dem Pulsgenerator-Teilschaltkreis 101. Ferner ist an dem  
Gate-Anschluss des ersten p-MOS-Rückkoppel-

8

Feldeffekttransistors 112 ein Eingangssignal /R des Flip-Flop-Teilschaltkreises 102 bereitgestellt, generiert von dem Pulsgenerator-Teilschaltkreis 101.

- 5 Im Weiteren wird die Funktionsweise der Schaltkreis-Anordnung 100, die ein flankengesteuertes Flip-Flop auf der Basis von Leseverstärkern darstellt, beschrieben.

Hinsichtlich der schaltungstechnischen Grundbausteine handelt es sich bei dem flankengesteuerten Flip-Flop in Fig.1 um eine Schaltkreis-Anordnung 100, die den Pulsgenerator-Schaltkreis 101 aufweist, gebildet aus den Transistoren 105 bis 114. In Abhängigkeit der Signale an den Dateneingängen D und /D auf der ansteigenden Taktflanke des Taktsignals CLK werden die internen Eingänge S, /S, R, /R eines Set-Reset-Flip-Flops (gebildet aus den Transistoren des Flip-Flop-Teilschaltkreises 102 und des Schalt-Teilschaltkreises 103) gesetzt. Die Ausgangssignale /S und /R des Pulsgenerator-Teilschaltkreises 101 werden während einer Vorladephase (d.h. CLK auf einem logischen Wert "0") über die p-MOS-Transistoren 111, 113 auf das elektrische Versorgungspotential  $V_{DD}$  116 vorgeladen. Bei anliegenden Datensignalen D und /D ist entweder der Kanal-Bereich des ersten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 106 oder des zweiten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 107 leitend, so dass direkt nach der ansteigenden Taktflanke von CLK (d.h. nach dem Übergang von CLK von einem logischen Wert "0" auf einen logischen Wert "1") entweder /S oder /R auf das elektrische Potential  $V_{SS}$  115 heruntergezogen wird.

30

Diese Funktionalität beruht auf der Offenbarung von [5] zu differenziellen Flip-Flops über einen differenziellen Leseverstärker.

Der n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistor 108 ist minimal dimensioniert und erzeugt nach der ansteigenden Taktflanke eine elektrische Kopplung von einem Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Signaltransfer-Feldeffekttransistors 109 und von einem Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Signaltransfer-Feldeffekttransistors 110 zu dem elektrischen Massepotential  $V_{SS}$  115 und gewährleistet einen statischen Betrieb. Auf diese Weise ist der Zustand des Pulsgenerator-Teilschaltkreises 101 nach den ansteigenden Taktflanke stabil.

Die Set-Reset-Ausgangsstufe aus Fig.1 ist in [4] offenbart.

In [6] ist eine andere Schaltkreis-Anordnung beschrieben.

Zusammenfassend sind die aus dem Stand der Technik bekannten Schaltkreis-Anordnungen mit Pulsgenerator-Schaltkreisen für viele Anwendungen hinsichtlich der Schaltgeschwindigkeit nicht ausreichend schnell.

Der Erfindung liegt insbesondere das Problem zugrunde, einen Pulsgenerator-Schaltkreis und eine Schaltkreis-Anordnung mit einer höheren Schaltgeschwindigkeit bereitzustellen.

Das Problem wird durch einen Pulsgenerator-Schaltkreis und durch eine Schaltkreis-Anordnung mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

Erfindungsgemäß ist ein Pulsgenerator-Schaltkreis zum Erzeugen eines Eingangssignals für einen Flip-Flop-Schaltkreis aus einem Taktsignal und aus einem Datensignal geschaffen, der einen Takt-Feldeffekttransistor enthält, an

10

dessen Gate-Anschluss das Taktsignal anlegbar ist, und an dessen ersten Source-/Drain-Anschluss das Eingangssignal für einen Flip-Flop-Schaltkreis bereitstellbar ist. An dem Gate-Anschluss eines Logik-Feldeffekttransistors ist das

5 Datensignal anlegbar, und der erste Source-/Drain-Anschluss des Logik-Feldeffekttransistors ist mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des Takt-Feldeffekttransistors gekoppelt. Ferner ist ein Rückkopplungs-Feldeffekttransistor bereitgestellt, an dessen Gate-Anschluss ein auf dem

10 Taktsignal basierendes Rückkopplungssignal anlegbar ist, dessen erster Source-/Drain-Anschluss mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des Logik-Feldeffekttransistors gekoppelt ist, und an dessen zweiten Source-/Drain-Anschluss ein erstes elektrisches Referenzpotential anlegbar ist. Der

15 Pulsgenerator-Schaltkreis enthält ferner eine Ansteuereinheit zum Ansteuern des Takt-Feldeffekttransistors, des Logik-Feldeffekttransistors und des Rückkopplungs-Feldeffekttransistors derart, dass zum Erzeugen des Eingangssignals der Takt-Feldeffekttransistor zeitlich nach

20 dem Logik-Feldeffekttransistor und dem Rückkopplungs-Feldeffekttransistor zum Generieren des Flip-Flop-Signals angesteuert wird.

Ferner ist erfindungsgemäß eine Schaltkreis-Anordnung mit

25 einem Pulsgenerator-Schaltkreis mit den oben beschriebenen Merkmalen und mit einem Flip-Flop-Schaltkreis geschaffen, der mit dem Pulsgenerator-Schaltkreis derart verschaltet ist, dass das von dem Pulsgenerator-Schaltkreis generierbare Eingangssignal in den Flip-Flop-Schaltkreis einkoppelbar ist.

30

Eine Grundidee der Erfindung ist darin zu sehen, dass in einem Pulsgenerator-Schaltkreis zum Erzeugen eines Eingangssignals für einen Flip-Flop-Schaltkreis aus einem

Taktsignal und aus einem Datensignal eine Kaskade aus Takt-Feldeffekttransistor, Logik-Feldeffekttransistor und Rückkopplungs-Feldeffekttransistor in gegenüber dem Stand der Technik modifizierter Weise derart verschaltet wird, dass

5 eine erhöhte Signalverarbeitungsgeschwindigkeit beim Durchlaufen eines Signals durch die drei Transistoren erreicht wird. Diese Geschwindigkeitserhöhung basiert darauf, dass zum Erzeugen des Eingangssignals der in der Kaskade bezogen auf den Signalfluss zuletzt bzw. ganz hinten

10 angeordnete Takt-Feldeffekttransistor (d.h. jener, an dessen Anschluss das Eingangssignal generiert wird) zeitlich erst dann angesteuert wird, wenn der Logik-Feldeffekttransistor und der Rückkopplungs-Feldeffekttransistor bereits zum Generieren des Flip-Flop-Signals angesteuert bzw. geschaltet

15 worden sind.

Anders ausgedrückt werden erfindungsgemäß die drei genannten Transistoren des Pulsgenerator-Schaltkreises einer flankengesteuerten Flip-Flop-Anordnung auf der Basis von

20 Leseverstärkern gegenüber dem Stand der Technik so umgeordnet, dass das zuletzt eintreffende Taktsignal CLK den in der Kaskade hintersten Takt-Feldeffekttransistor der Dreifach-Serienanordnung aus Rückkopplungs-Feldeffekttransistor, Logik-Feldeffekttransistor und Takt-

25 Feldeffekttransistor steuert. An dem Takt-Feldeffekttransistor ist Drain-seitig das Signal /S bzw. /R als Eingangssignal für den Flip-Flop-Schaltkreis generiert. Eine Erhöhung der Taktlast (die auf der Summe aller Takt-Transistorweiten basiert) ist erfindungsgemäß vermieden, da

30 sich die Transistorweiten der Transistoren der Serienanordnung im Vergleich zum Stand der Technik reduzieren lassen. Auf diese Weise ist eine Verringerung der Verzögerungszeit zwischen dem Bereitstellen von Datensignal D

12

an dem Gate-Anschluss des Logik-Feldeffekttransistors und dem Generieren eines Flip-Flop-Signals Q (bzw. zwischen dem Bereitstellen von Datensignal D/ und dem Generieren von Flip-Flop-Signal Q/) erreicht. Es hat sich gezeigt, dass gegenüber dem Stand der Technik eine Beschleunigung von 20% bis 27 % in einem Spannungsbereich des Versorgungspotentials  $V_{DD}$  zwischen 0.8V und 1.2 V in einer 90nm-CMOS-Technologie erreichbar ist.

Somit besteht ein grundlegendes Prinzip der Erfindung in der Umordnung der Transistoren des Pulsgenerator-Schaltkreises (Takt-Feldeffekttransistor, Logik-Feldeffekttransistor und Rückkopplungs-Feldeffekttransistor) im Lichte erhöhter Werte von parasitären Kapazitäten in Sub-100nm-CMOS-Technologien. Ein anderer wichtiger Aspekt der Erfindung besteht in dem vorteilhaften Verwenden der Abhängigkeit der Propagationszeit von Signalen in einer Transistorkaskade von der Anordnung eines Transistors innerhalb einer solchen Serienschaltung.

Im Weiteren wird das erfindungsgemäß verwendete Prinzip näher erläutert. Erfindungsgemäß wird die Tatsache ausgenutzt, dass die Verzögerungszeit einer CMOS-Logikschaltung als Serienanordnung von Transistoren davon abhängt, welches Eingangssignal wann seinen Zustand ändert. So kann zum Beispiel beobachtet werden, dass beim Ausschalten eines CMOS-Nicht-UND-Gatters (n-MOS-Transistoren in Serie) die kürzeste Verzögerungszeit dann auftritt, wenn der in Signalflussrichtung hinterste n-MOS-Transistor der Serienanordnung (das heißt der Transistor, dessen Drain-Anschluss mit dem Ausgang gekoppelt ist) als letzter eingeschaltet wird. Diese Beobachtung kann wahrscheinlich darauf zurückgeführt werden, dass über die zuvor eingeschalteten Serientransistoren die parasitären Kapazitäten der Serienanordnung bereits entladen worden sind.

13

Ferner liegt zum Zeitpunkt des Einschaltens des hinteren Transistors bereits die maximal mögliche Drain-Source-Spannung  $V_{DS}=V_{DD}-V_{SS}$  an. Letzteres bewirkt zu Beginn des Umschaltvorgang einen maximalen Transistorstrom. Die prozentualen Unterschiede zwischen dem langsamsten und dem schnellsten Schaltvorgang betragen zum Beispiel bei einem Nicht-UND-Gatter mit vier Eingängen bis zu 20%.

Erfindungsgemäß werden diese Erkenntnisse insbesondere als Grundlage dafür verwendet, das Schaltverhalten eines flankengesteuerten Flip-Flops auf der Basis von Leseverstärkern (Sense-Amplifier-Based-Flip-Flops) zu beschleunigen. Der erfindungsgemäße Ansatzpunkt für eine Verbesserung der aus dem Stand der Technik bekannten Schaltungstopologie für derartige Flip-Flops ist der aus mindestens drei n-MOS-Transistoren bestehende Pull-Down-Pfad (Transistoren 105, 106 und 109 in Fig.1). In der Eingangsstufe einer solchen Schaltkreis-Anordnung mit einem Flip-Flop wird die oben beschriebene Abhängigkeit der Propagationszeit von der Anordnung des zuletzt schaltenden Transistors gemäß dem Stand der Technik nicht berücksichtigt. Bei derartigen Flip-Flops ist das Taktsignal CLK das zuletzt eintreffende Signal. Erfindungsgemäß wird die daraus resultierende Signalverzögerung vermieden, indem der Takt-Feldeffekttransistor, der Rückkopplungs-Feldeffekttransistor und der Logik-Feldeffekttransistor erfindungsgemäß umgeordnet sind und verbessert angesteuert sind, wodurch die Propagationszeiten des Flip-Flops verringert ist.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

14

Bei dem erfindungsgemäßen Pulsgenerator-Schaltkreis kann ein Zusatz-Takt-Feldeffekttransistor bereitgestellt sein, an dessen Gate-Anschluss das Taktsignal anlegbar ist, an dessen ersten Source-/Drain-Anschluss ein zweites elektrisches Referenzpotential anlegbar ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit dem ersten Source-/Drain-Anschluss des Takt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

Ferner kann ein Zusatz-Rückkopplungs-Feldeffekttransistor bereitgestellt sein, dessen Gate-Anschluss mit dem Gate-Anschluss des Rückkopplungs-Feldeffekttransistors gekoppelt ist, an dessen ersten Source-/Drain-Anschluss das zweite elektrische Referenzpotential anlegbar ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit dem ersten Source-/Drain-Anschluss des Takt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

Darüber hinaus kann der Pulsgenerator-Schaltkreis einen Bypass-Feldeffekttransistor aufweisen, dessen Gate-Anschluss mit dem Flip-Flop-Schaltkreis gekoppelt ist, an dessen ersten Source-/Drain-Anschluss das erste elektrische Referenzpotential anlegbar ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des Takt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

Alternativ kann der Pulsgenerator-Schaltkreis einen Bypass-Feldeffekttransistor aufweisen, dessen Gate-Anschluss mit dem Flip-Flop-Schaltkreis gekoppelt ist, dessen erster Source-/Drain-Anschluss mit dem ersten Source-/Drain-Anschluss des Rückkopplungs-Feldeffekttransistors gekoppelt ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des Takt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist.



15

Gemäß der zuletzt beschriebenen Ausgestaltung ist keiner der Source-/Drain-Anschlüsse des Bypass-Transistors auf ein elektrisches Referenzpotential gebracht (zum Beispiel ein elektrisches Massepotential), sondern mit den Source-/Drain-Anschlüssen des Rückkopplungs-Feldeffekttransistors bzw. des Takt-Feldeffekttransistors gekoppelt. Die Funktionalität des Pulsgenerator-Schaltkreises wird dadurch verbessert, da in dem ausgeschalteten Zweig der sogenannte Stack-Effekt wirkt, wodurch sich der Leckstrom in diesem Pfad verringert.

10

Das erste elektrische Referenzpotential kann ein elektrisches Massepotential und/oder das zweite elektrische Referenzpotential kann ein elektrisches Versorgungspotential sein.

15

Der Takt-Feldeffekttransistor, der Logik-Feldeffekttransistor und der Rückkopplungs-Feldeffekttransistor können Feldeffekttransistoren des n-Leitungstyps sein.

20

Der Zusatz-Takt-Feldeffekttransistor und der Zusatz-Rückkopplungs-Feldeffekttransistor können Feldeffekttransistoren des p-Leitungstyps sein.

25

Der Bypass-Feldeffekttransistor kann ein Feldeffekttransistor des n-Leitungstyps sein.

30

Ferner wird vorzugsweise in dem Pulsgenerator-Schaltkreis ein zu dem aus den Feldeffekttransistoren gebildeten ersten Signalpfad schaltungsgleicher zweiter Signalpfad aus zusätzlichen Feldeffekttransistoren bereitgestellt, welche zusätzlichen Feldeffekttransistoren zum Generieren eines zu dem Eingangssignal des Flip-Flop-Schaltkreises komplementären Komplementär-Eingangssignals aus dem Taktsignal und aus einem

16

zu dem Datensignal komplementären Komplementär-Datensignal  
verschaltet sind. Gemäß dieser Ausgestaltung ist der  
Pulsgenerator-Schaltkreis als differenzieller Pulsgenerator-  
Schaltkreis ausgeführt, bei dem anschaulich zu jedem Signal  
5 ein jeweils komplementäres Signal bereitgestellt ist.

In dem zweiten Signalpfad ist anschaulich zu jedem Transistor  
des ersten Signalpfads ein identischer bzw. spiegelgleicher  
Transistor bereitgestellt und verschaltet, insbesondere ein  
10 dem Takt-Feldeffekttransistor entsprechender zusätzlicher  
Takt-Feldeffekttransistor, ein dem Logik-Feldeffekttransistor  
entsprechender zusätzlicher Logik-Feldeffekttransistor und  
ein dem Rückkopplungs-Feldeffekttransistor entsprechender  
zusätzlicher Rückkopplungs-Feldeffekttransistor, etc.

15

Vorzugsweise kann der erste Source-/Drain-Anschluss des  
zusätzlichen Takt-Feldeffekttransistors des zweiten  
Signalpfads mit dem Gate-Anschluss des Zusatz-Rückkopplungs-  
Feldeffekttransistors des ersten Datenpfads gekoppelt sein.

20

Der erste Source-/Drain-Anschluss des Takt-  
Feldeffekttransistors des ersten Signalpfads kann mit dem  
Gate-Anschluss des zusätzlichen Zusatz-Rückkopplungs-  
Feldeffekttransistors des zweiten Datenpfad gekoppelt sein.

25

Ferner kann die Ansteuereinheit derart eingerichtet sein,  
dass sie das Datensignal an den Gate-Anschluss des Logik-  
Feldeffekttransistors anlegt, bevor das Taktsignal zum  
Überführen des Takt-Feldeffekttransistors von einem Zustand  
30 mit elektrisch nichtleitendem Kanal-Bereich in einen Zustand  
mit elektrisch leitendem Kanal-Bereich geschaltet wird. Gemäß  
dieser Ausgestaltung wird eine besonders günstige Reihenfolge  
des Signalanlegens an die Transistoren der Kaskade

17

Rückkopplungs-Feldeffekttransistor/Logik-  
Feldeffekttransistor/Takt-Feldeffekttransistor geschaffen,  
und somit eine besonders schnelle Signalverarbeitung zum  
Generieren eines Eingangssignals für den Schalt-  
5 Teilschaltkreis bzw. den Flip-Flop-Teilschaltkreis.

Im Weiteren wird die erfindungsgemäße Schaltkreis-Anordnung,  
die einen erfindungsgemäßen Pulsgenerator-Schaltkreis  
aufweist, näher beschrieben. Ausgestaltungen des  
10 Pulsgenerator-Schaltkreises gelten auch für die einen  
Pulsgenerator-Schaltkreis aufweisende Schaltkreis-Anordnung.

Der Flip-Flop-Schaltkreis der Schaltkreis-Anordnung kann  
Speicher-Feldeffekttransistoren zum Speichern von auf dem  
15 Eingangssignal und/oder dem Komplementär-Eingangssignal  
basierenden Speichersignalen aufweisen. Von diesen Speicher-  
Feldeffekttransistoren können jeweils zwei  
Feldeffekttransistoren unterschiedlichen Leitungstyps jeweils  
zu einem Inverter verschaltet sein, so dass der Flip-Flop-  
20 Schaltkreis im Wesentlichen aus zwei Invertern gebildet ist.

Der Flip-Flop-Schaltkreis kann Feldeffekttransistoren  
aufweisen, die zwischen die Speicher-Feldeffekttransistoren  
und dem Pulsgenerator-Schaltkreis geschaltet sind.

25

Insbesondere kann ein erster Schalt-Feldeffekttransistor  
vorgesehen sein, dessen Gate-Anschluss mit dem ersten Source-  
/Drain-Anschluss des Takt-Feldeffekttransistors gekoppelt  
ist, an dessen ersten Source-/Drain-Anschluss das zweite  
30 elektrische Referenzpotential anlegbar ist, und dessen  
zweiter Source-/Drain-Anschluss mit einem Speicherknoten der  
Speicher-Feldeffekttransistoren gekoppelt ist.

18

Darüber hinaus kann ein zweiter Schalt-Feldeffekttransistor vorgesehen sein, dessen Gate-Anschluss mit dem Gate-Anschluss des Komplementär-Bypass-Feldeffekttransistors gekoppelt ist, an dessen ersten Source-/Drain-Anschluss das erste elektrische Referenzpotential anlegbar ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des ersten Schalt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

10 Darüber hinaus kann ein Schutz-Feldeffekttransistor vorgesehen sein, dessen Gate-Anschluss mit dem Gate-Anschluss des ersten Schalt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist, dessen erster Source-/Drain-Anschluss mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des ersten Schalt-Feldeffekttransistors und mit  
15 einem Source-/Drain-Anschluss eines Speicher-Feldeffekttransistors gekoppelt ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit einem Source-/Drain-Anschluss eines anderen Speicher-Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

20 Gemäß dieser Ausgestaltung, die in dem in Fig.5 gezeigten Ausführungsbeispiel realisiert ist, wird ein Querstrom zwischen Speicher-Feldeffekttransistoren und Schalt-Feldeffekttransistoren vermieden, wodurch die Funktionalität der Schaltkreis-Anordnung bezüglich Geschwindigkeit und  
25 dynamischer Verlustleistung verbessert ist.

Ferner kann die Schaltkreis-Anordnung einen zu dem aus den Feldeffekttransistoren des Flip-Flop-Schaltkreises gebildeten dritten Signalpfad schaltungsgleichen vierten Signalpfad aus  
30 zusätzlichen Feldeffekttransistoren enthalten, welche zusätzlichen Feldeffekttransistoren des Flip-Flop-Schaltkreises zum Speichern eines zu dem Speichersignal komplementären Komplementär-Speichersignals verschaltet sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden im Weiteren näher erläutert.

5 Es zeigen:

Figur 1 eine Schaltkreis-Anordnung gemäß dem Stand der Technik,

10 Figur 2 eine Schaltkreis-Anordnung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 3 ein Diagramm, das den Betrieb der Schaltkreis-Anordnung aus Figur 2 veranschaulicht,

15

Figur 4 eine Schaltkreis-Anordnung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

20

Figur 5 eine Schaltkreis-Anordnung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Gleiche oder ähnliche Komponenten in unterschiedlichen Figuren sind mit gleichen Bezugsziffern versehen.

Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch und nicht maßstäblich.

Im Weiteren wird bezugnehmend auf Fig.2 eine Schaltkreis-Anordnung 200 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

Die Schaltkreis-Anordnung 200 ist aus einem Pulsgenerator-Teilschaltkreis 201, einem Flip-Flop-Teilschaltkreis 202 und einem Schalt-Teilschaltkreis 203 gebildet. Der Flip-Flop-

Teilschaltkreis 202 und der Schalt-Teilschaltkreis 203 können auch gemeinsam als Flip-Flop-Schaltkreis bezeichnet werden.

Zunächst wird die Verschaltung der Komponenten in dem  
5 Pulsgenerator-Teilschaltkreis 201 beschrieben.

An einem Taktsignaleingang 204 ist ein Taktsignal CLK bereitgestellt. Der Taktsignaleingang 204 ist mit dem Gate-Anschluss eines ersten n-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 205  
10 und eines zweiten n-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 206 gekoppelt. Ein erster Source-/Drain-Anschluss eines ersten n-MOS-Rückkopplungs-Feldeffekttransistors 209 ist auf dem elektrischen Massepotential 217. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Rückkopplungs-  
15 Feldeffekttransistors 209 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 207 gekoppelt, an dessen Gate-Anschluss ein Datensignal D anlegbar ist. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 207 ist mit einem ersten  
20 Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 205 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 213 und mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten p-MOS-  
25 Rückkoppel-Feldeffekttransistors 215 gekoppelt ist. Der zweite Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 213 und der zweite Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 215 sind auf das Versorgungspotential  $V_{DD}$  218 gebracht. Der  
30 Gate-Anschluss des ersten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 213 ist mit dem Taktsignaleingang 204 gekoppelt. Der Gate-Anschluss des ersten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors

21

215 ist mit dem Gate-Anschluss des ersten n-MOS-Rückkopplungs-Feldeffekttransistors 209 gekoppelt.

Ferner ist ein erster Source-/Drain-Anschluss eines zweiten n-MOS-Rückkopplungs-Feldeffekttransistors 210 auf das elektrische Massepotential 217 gebracht. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Rückkopplungs-Feldeffekttransistors 210 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 208 gekoppelt, an dessen Gate-Anschluss ein zu dem Datensignal D komplementäres Datensignal /D anlegbar ist. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 208 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 206 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 214 und mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 216 gekoppelt ist. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 214 und ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 216 ist jeweils auf das elektrische Versorgungspotential 218 gebracht. Der Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 214 ist mit dem Taktsignaleingang 204 gekoppelt. Ferner ist der Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 216 mit dem Gate-Anschluss des zweiten n-MOS-Rückkopplungs-Feldeffekttransistors 210 gekoppelt.

Der zweite Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 207 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistors 211 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das

22

elektrische Massepotential 217 gebracht ist. Der erste Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Takt-Feldeffekttransistors 206 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistors 212 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 217 gebracht ist.

Im Weiteren wird die Verschaltung der Komponenten des Schalt-Teilschaltkreises 203 beschrieben.

10

Ein erster Source-/Drain-Anschluss eines ersten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 219 ist auf das elektrische Versorgungspotential 218 gebracht. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 219 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines ersten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 220 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 217 gebracht ist. Ferner ist der Gate-Anschluss des ersten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 219 mit dem Gate-Anschluss eines dritten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 223 gekoppelt, dessen erster Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Versorgungspotential 218 gebracht ist. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des dritten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 223 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines dritten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 224 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 217 gebracht ist. Ferner ist der Gate-Anschluss des dritten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 224 mit dem Gate-Anschluss des ersten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 219 gekoppelt.

Ein erster Source-/Drain-Anschluss eines zweiten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 221 ist auf das



23

Versorgungspotential 218 gebracht. Ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 221 ist mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 222 gekoppelt, dessen

5 zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 217 gebracht ist. Ferner ist der Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 221 mit dem Gate-Anschluss eines vierten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 225 und mit dem Gate-Anschluss eines  
10 vierten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 227 gekoppelt. Der Gate-Anschluss des zweiten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 222 ist mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des dritten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 223 gekoppelt. Ein erster Source-/Drain-Anschluss des vierten p-MOS-Schalt-

15 Feldeffekttransistors 225 ist auf das Versorgungspotential 218 gebracht, wohingegen ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des vierten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 225 mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss des vierten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 226 gekoppelt ist, dessen zweiter  
20 Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential 217 gebracht ist. Ferner ist der zweite Source-/Drain-Anschluss des vierten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 225 mit dem Gate-Anschluss des ersten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 220 gekoppelt.

25

Im Weiteren wird die Verschaltung der Komponenten des Flip-Flop-Teilschaltkreises 202 beschrieben.

Ein erster Source-/Drain-Anschluss eines ersten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 227 ist auf das  
30 Versorgungspotential 218 gebracht. Ferner ist ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 227 mit einem ersten Source-/Drain-

Anschluss eines ersten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 228 gekoppelt, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf das elektrische Massepotential gebracht ist. Ein erster Source-/Drain-Anschluss eines zweiten p-MOS-Flip-Flop-

5 Feldeffekttransistors 229 ist auf das elektrische Versorgungspotential 218 gebracht, wohingegen ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 229 mit einem ersten Source-/Drain-Anschluss eines zweiten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 230 gekoppelt ist, dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss auf

10 das elektrische Massepotential 230 gebracht ist. Der Gate-Anschluss des ersten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 227 und der Gate-Anschluss des ersten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 228 sind miteinander gekoppelt und

15 bilden einen Invers-Speicherknoten /Q des Flip-Flop-Teilschaltkreises 202. Ferner sind der Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 229 und der Gate-Anschluss des zweiten n-MOS-Flip-Flop-

20 Feldeffekttransistors 230 miteinander gekoppelt und bilden einen Speicherknoten Q des Flip-Flop-Teilschaltkreises 202.

Der Gate-Anschluss des ersten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 227 ist mit dem ersten Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 230 gekoppelt. Ferner ist der Gate-Anschluss des zweiten p-

25 MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 229 mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 227 gekoppelt.

30 Im Weiteren wird die Verschaltung der Teilschaltkreise 201, 202, 203 miteinander beschrieben.

Der Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 216 ist mit dem Gate-Anschluss des

dritten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 223 gekoppelt. Der Gate-Anschluss des ersten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistors 215 ist mit dem Gate-Anschluss des vierten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 225 gekoppelt.

5

Der zweite Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 219 ist mit dem Gate-Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 229 gekoppelt. Ferner ist der zweite Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 229 mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 221 gekoppelt.

10

Im Folgenden wird die Funktionalität der Schaltkreis-Anordnung 200 beschrieben.

15

Die Schaltkreis-Anordnung 200 unterscheidet sich von der Schaltkreis-Anordnung 100 gemäß dem Stand der Technik in erster Linie hinsichtlich der im Weiteren beschriebenen Modifikationen. Der Takttransistor 105 aus Fig.1, der mit den ersten und zweiten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistoren 106, 107 (auch Dateneingangs-Transistoren genannt) eine Differenzstufe bildet, ist in Fig.2 durch zwei Takt-Feldeffekttransistoren 205, 206 ersetzt. An den Drain-Kontakten der ersten und zweiten n-MOS-Takt-Feldeffekttransistoren 205, 206 liegen die jeweiligen Ausgangssignale /S bzw. /R der Pulsgenerator-Eingangsstufe 201 an, welche Eingangssignale des Flip-Flop-Schaltkreises 202, 203 bilden. Die Source-Kontakte der Takt-Feldeffekttransistoren 205, 206 sind mit den Drain-Kontakten der ersten und zweiten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistoren 207, 208 (auch als Dateneingangs-Transistoren bezeichnet) gekoppelt.

25

30

In einer Vorladephase sind die ersten und zweiten n-MOS-Takt-Feldeffekttransistoren 205, 206 geschlossen. Die internen Signale /S und /R werden mittels des auf einem niedrigen Level befindlichen Taktsignals CLK="0" auf das elektrische Versorgungspotential  $V_{DD}$  aufgeladen. Die beiden n-MOS-Transistoren 209, 210, die gemeinsam mit den ersten und zweiten p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistoren 215, 216 eine verstärkende Rückkopplung bilden, sind eingeschaltet. Da entweder der erste n-MOS-Logik-Feldeffekttransistor 207 oder der zweite n-MOS-Logik-Feldeffekttransistor 208 leitet (je nachdem ob das Datensignal D="1" oder D="0" ist), wird dieser Zustand auf der ansteigenden Taktflanke übernommen und bei einem Datensignal mit einem logischen Wert D="1" (bzw. D="0") ein "1"-zu-"0" Übergang auf /S (bzw. auf /R) generiert.

Ein wichtiger Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung besteht darin, dass die parasitären Kapazitäten des Pull-Down-Pfades aus Transistoren 207/209 (bzw. aus Transistoren 208/210) bereits entladen sind und der "1"-zu-"0" Puls auf /S und /R schneller erzeugt wird. Es sind lediglich die Gate-Anschlüsse der Inverter, gebildet aus den Transistorpaaren 223, 224 bzw. 225, 226 und die Gate-Anschlüsse der Schalt-Transistoren 219, 221 als Lasten vorhanden. Dies führt zu einer beschleunigten Signalverarbeitung.

In der Schaltkreis-Anordnung 100 gemäß dem Stand der Technik sind die Ladungen auf den internen Knoten, das heißt den Parasitär-Kapazitäten der Pull-Down-Pfade, bei Beginn der Evaluation noch vorhanden. Ferner befinden sich die Drain-Potentiale der Dateneingangs-Transistoren 106, 107 der Schaltkreis-Anordnung und des Takt-Transistors 105 auf einem Potential  $V_{DD}-V_T$  (wobei  $V_T$  die Schwellenspannung des

Transistors ist, und  $V_{DD}$  die Versorgungsspannung), so dass an den Transistoren 109, 110 nur die niedrige Drain-Source-Spannung  $V_{T0}$  anliegt und an Transistoren 106, 107 ein Potential von 0Volt. Der Takt-Transistor 105 besitzt die Drain-Source-Spannung  $V_{DD}-V_T$ . Folglich ist auch der Schaltstrom durch den jeweiligen Pull-Down-Pfad geringer.

Im Weiteren werden beziehend auf Fig.3 die unterschiedlichen Schaltströme bei der Schaltkreis-Anordnung 100 gemäß dem Stand der Technik und bei der erfindungsgemäßen Schaltkreis-Anordnung 200 beschrieben.

In dem Diagramm 300 aus Fig.3 ist entlang einer Abszisse 301 die Drain-Source-Spannung  $V_{DS}$  aufgetragen, entlang einer Ordinate 302 der Drain-Source-Strom  $I_{DS}$ . In dem Diagramm 300 ist eine erste Kurve 303 gezeigt, welche Kennlinien der erfindungsgemäßen Schaltkreis-Anordnung widerspiegelt. Eine zweite Kurve 304 zeigt die Strom-Spannungs-Charakteristik für die aus dem Stand der Technik bekannte Schaltkreis-Anordnung 100 aus Fig.1.

Fig.3 zeigt somit unterschiedliche Betriebszustände und Trajektorien im Ausgangskennlinienfeld der Takttransistoren 205, 206 aus Fig.2 bzw. des Takttransistors 105 aus Fig.1 während der ansteigenden Taktflanke von CLK bei niedrigem Gate-Overdrive  $V_{DD}-V_{T0}$ . Aus den ersten und zweiten Kurven 303, 304 ist deutlich der höhere Schaltstrom  $I_{DS1}$  der erfindungsgemäßen Schaltkreis-Anordnung 200 aufgrund der höheren Drain-Source-Spannung im Ausgangszustand  $V_{CLK}=0$  Volt zu erkennen.

Bei der Schaltkreis-Anordnung 200 sind die bei der Schaltkreis-Anordnung 100 auftretenden Ladungen auf den

Parasitär-Kapazitäten sowie die gemäß Fig.1 ungünstigen Betriebszustände der Transistoren vermieden, wodurch erfindungsgemäß verkürzte Propagationszeiten erreicht sind.

- 5 Ein anderer Unterscheid der Schaltkreis-Anordnung 200 verglichen mit Schaltkreis-Anordnung 100 besteht darin, dass der minimal dimensionierte Transistor 108 aus Fig.1 in Fig.2 eliminiert ist. Der statische Betrieb der Schaltung wird stattdessen durch zwei aktiv betriebene n-MOS-Transistoren
- 10 211, 212 gewährleistet, die bezogen auf die Eingangstransistoren 207, 208 einen Bypass bilden und ähnlich wie Transistor 108 gemäß Fig.1 minimal dimensioniert sind.

- Zu Beginn der Evaluierungsphase ist CLK auf einem logischen
- 15 Wert "0" und  $/S=/R=V_{DD}$ . Da die Gate-Anschlüsse der Bypass-Transistoren 211, 212 mit den zueinander inversen Signalen S bzw. R angesteuert werden, sind die Bypass-Transistoren 211, 212 während der ansteigenden Taktflanke geschlossen und werden erst nach einer Zeit  $t_1=t_{CLK-/S}+t_{INV}$  bzw.  $t_2=t_{CLK-/R}+t_{INV}$
- 20 geöffnet. Falls das Datensignal D auf einem logischen Wert "1" ist, wird nach der Zeit  $t_1$  der Bypass mittels des Bypass-Transistors 211 geöffnet und die Pulsgenerator-Eingangsstufe 201 verriegelt. Mögliche Potentialschwankungen auf den Datenknoten D und  $/D$  haben praktisch keinerlei Auswirkungen
- 25 auf die Signale in dem Flip-Flop-Schaltkreis 102, nämlich Q und  $/Q$ , da über die Bypass-Transistoren 211, 212 eine leitende Verbindung von  $/S$  bzw.  $/R$  zum elektrischen Massepotential 217 gegeben ist. Somit sind die Rückkopplungen aus den beiden Pull-Down-Pfaden und den p-MOS-Transistoren
- 30 215, 216 für die Dauer der Taktphase  $CLK="1"$  aktiviert, und ein statischer Betrieb ist gegeben.

Im Weiteren wird beziehend auf Fig.4 eine Schaltkreis-Anordnung 400 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

- 5 Der wesentliche Unterschied zwischen der in Fig.4 gezeigten Schaltkreis-Anordnung 400 und der in Fig.2 gezeigten Schaltkreis-Anordnung 200 ist in der Verschaltung der ersten und zweiten n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistoren 211, 212 zu sehen. Bei der Schaltkreis-Anordnung 400 ist wie bei der
- 10 Schaltkreis-Anordnung 200 der Gate-Anschluss des ersten n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistor 211 mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des dritten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 223 gekoppelt. Ferner ist in Fig.4 wie in Fig.2 der erste Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-
- 15 Bypass-Feldeffekttransistors 211 mit einem zweiten Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Logik-Feldeffekttransistors 207 gekoppelt. Abweichend von Fig.2 ist in Fig.4 jedoch der zweite Source-/Drain-Anschluss ersten n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistors 211 mit dem zweiten Source-/Drain-
- 20 Anschluss des ersten n-MOS-Rückkopplungs-Feldeffekttransistors 209 gekoppelt. Darüber hinaus ist in Fig.4 die Verschaltung des zweiten n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistors 212 gegenüber Fig.2 modifiziert. Zwar ist wie in Fig.2 der Gate-Anschluss des zweiten n-MOS-Bypass-
- 25 Feldeffekttransistors 212 mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des vierten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 225 gekoppelt, und ist der erste Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistors 212 mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Logik-
- 30 Feldeffekttransistors 208 gekoppelt. Abweichend von Fig.2 ist jedoch in Fig.4 der zweite Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistors 212 mit dem

zweiten Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Rückkopplungs-Feldeffekttransistors 210 gekoppelt.

Somit sind in Fig.4 beide Source-/Drain-Anschlüsse der  
5 Bypass-Feldeffekttransistoren 211, 212 von einer Kopplung mit einem Referenzpotential frei. Anders ausgedrückt sind die Source-Anschlüsse der Bypass-Transistoren 211, 212 nicht auf das elektrische Massepotential 217 gebracht, sondern mit den Drain-Kontakten der Transistoren 209, 210 gekoppelt. Die  
10 Funktionalität der Schaltkreis-Anordnung 400 entspricht somit im Wesentlichen jener aus Fig.2, wobei in dem ausgeschalteten Zweig jedoch der Stack-Effekt wirkt, wodurch sich der Leckstrom in diesem Pfad verringert. Daher stellt die Schaltkreis-Anordnung 400 eine besonders energiesparende  
15 Realisierung der erfindungsgemäßen Schaltkreis-Anordnung dar.

Im Weiteren wird bezugnehmend auf Fig.5 eine Schaltkreis-Anordnung 500 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

20

Bei der in Fig.5 gezeigten Schaltkreis-Anordnung 500 sind der Pulsgenerator-Teilschaltkreis 201 und der Schalt-  
Teilschaltkreis 202 wie in Fig.2 vorgesehen. Allerdings ist an dem Flip-Flop-Teilschaltkreis 501 gemäß Fig.5 gegenüber  
25 Fig.2 eine Modifikation vorgenommen. Im Unterschied zu der Schaltkreis-Anordnung 200 weist der Flip-Flop-Teilschaltkreis 501 aus Fig.5 einen ersten n-MOS-Schutz-Feldeffekttransistor 502 und einen zweiten n-MOS-Schutz-Feldeffekttransistor 503 auf. Ein erster Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Schutz-Feldeffekttransistors 502 ist mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des ersten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 227 gekoppelt. Der zweite Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Schutz-

30



31

Feldeffekttransistors 502 ist mit dem ersten Source-/Drain-Anschluss des ersten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 228 gekoppelt. Der Gate-Anschluss des ersten n-MOS-Schutz-Feldeffekttransistors 502 ist mit dem Gate-Anschluss des  
5 dritten n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 224 gekoppelt.

Ferner ist ein erster Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Schutz-Feldeffekttransistors 503 mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des zweiten p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 229 gekoppelt, ein zweiter Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Schutz-Feldeffekttransistors 503 ist mit dem ersten Source-/Drain-Anschluss des zweiten n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistors 230 gekoppelt. Der Gate-Anschluss des zweiten n-MOS-Schutz-Feldeffekttransistors 503 ist mit dem Gate-Anschluss des  
10  
15 dritten p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistors 225 gekoppelt.

Aufgrund der in Fig.5 gezeigten Modifikation der Ausgangsstufe bzw. des Flip-Flop-Teilschaltkreises 501,  
20 können temporäre Querstrompfade über die Transistorpaare 219/228 bzw. 221/230 mittels Hinzufügens der Transistoren 502, 503 beseitigt oder zumindest verringert werden.

Wird der interne Knoten während der Evaluation auf der ansteigenden Taktflanke auf  $R=V_{SS}$  gesetzt dann kann bei der Schaltkreis-Anordnung 200 Transistor 221 leitend werden. Solange der Knoten R jedoch noch nicht entladen ist, ist auch Transistor 230 leitend und es kann ein Querstrom fließen. Mittels Hinzufügens des Schutz-Feldeffekttransistors 503 kann  
25  
30 dieser Strom nicht mehr fließen. Gleiches gilt für den Transistorpfad 219/228/502. Die Transistoren 502, 503 werden möglichst klein dimensioniert. Die Schaltkreis-Anordnung 500 ist aufgrund der vorgenommenen Maßnahme mit der verbesserten

Ausgangsstufe gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Schaltkreis-Anordnungen bezüglich Geschwindigkeit und dynamischer Verlustleistung verbessert. Insbesondere sind in der Ausgangsstufe keine Serienschaltungen aus p-MOS-

5 Transistoren mehr vorhanden. Dies erhöht die Robustheit der Anordnung gegenüber Parameterschwankungen und dem Einfluss von Störsignalen.

In diesem Dokument sind folgende Veröffentlichungen zitiert:

[1] Marcovic, D, Nikolic, B, Brodersen, RW "Analysis and  
Design of Low-Energy Flip-Flops", Proc. of the  
International Symposium on Low Power Electronics and  
Design (ISLPED) 2001, Huntington Beach, USA, S.52-55

[2] Dao, HQ, Nowka, K, Oklobzija, VG "Analysis of Clocked  
Timing Elements for Dynamic Voltage Scaling Effects  
over Process Parameter Variation", Proc. of the  
International Symposium on Low Power Electronics and  
Design (ISLPED) 2001, Huntington Beach, USA, S.56-59

[3] J. Montanaro et al, "A 160-MHz, 32-b, 0.5-W CMOS RISC  
Microprocessor", IEEE Journal of Solid-State  
Circuits, Vol. 31, No. 11, Nov. 1996, pp. 1703-1714.

[4] US 6,232,810

[5] US 4,910,713

[6] US 6,107,853

## Bezugszeichenliste

- 100 Schaltkreis-Anordnung
- 101 Pulsgenerator-Teilschaltkreis
- 102 Flip-Flop-Teilschaltkreis
- 103 Schalt-Teilschaltkreis
- 104 Taktsignaleingang
- 105 n-MOS-Takt-Feldeffekttransistor
- 106 erster n-MOS-Logik-Feldeffekttransistor
- 107 zweiter n-MOS-Logik-Feldeffekttransistor
- 108 n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistor
- 109 erster n-MOS-Signaltransfer-Feldeffekttransistor
- 110 zweiter n-MOS-Signaltransfer-Feldeffekttransistor
- 111 erster p-MOS-Takt-Feldeffekttransistor
- 112 erster p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistor
- 113 zweiter p-MOS-Takt-Feldeffekttransistor
- 114 zweiter p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistor
- 115 Massepotential
- 116 Versorgungspotential
- 117 erster p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor
- 118 erster n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor
- 119 zweiter p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor
- 120 zweiter n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor
- 121 dritter p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor
- 122 dritter n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor
- 123 vierter p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor
- 124 vierter n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor
- 125 erster p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistor
- 126 erster n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistor
- 127 zweiter p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistor
- 128 zweiter n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistor
- 200 Schaltkreis-Anordnung
- 201 Pulsgenerator-Teilschaltkreis
- 202 Flip-Flop-Teilschaltkreis
- 203 Schalt-Teilschaltkreis

204 Taktsignaleingang  
205 erster n-MOS-Takt-Feldeffekttransistor  
206 zweiter n-MOS-Takt-Feldeffekttransistor  
207 erster n-MOS-Logik-Feldeffekttransistor  
208 zweiter n-MOS-Logik-Feldeffekttransistor  
209 erster n-MOS-Rückkopplungs-Feldeffekttransistor  
210 zweiter n-MOS-Rückkopplungs-Feldeffekttransistor  
211 erster n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistor  
212 zweiter n-MOS-Bypass-Feldeffekttransistor  
213 erster p-MOS-Takt-Feldeffekttransistor  
214 zweiter p-MOS-Takt-Feldeffekttransistor  
215 erster p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistor  
216 zweiter p-MOS-Rückkoppel-Feldeffekttransistor  
217 Massepotential  
218 Versorgungspotential  
219 erster p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor  
220 erster n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor  
221 zweiter p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor  
222 zweiter n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor  
223 dritter p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor  
224 dritter n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor  
225 vierter p-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor  
226 vierter n-MOS-Schalt-Feldeffekttransistor  
227 erster p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistor  
228 erster n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistor  
229 zweiter p-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistor  
230 zweiter n-MOS-Flip-Flop-Feldeffekttransistor  
300 Diagramm  
301 Abszisse  
302 Ordinate  
303 erste Kurve  
304 zweite Kurve  
400 Schaltkreis-Anordnung  
401 Pulsgenerator-Teilschaltkreis  
500 Schaltkreis-Anordnung

3

501 Flip-Flop-Teilschaltkreis

502 erster n-MOS-Schutz-Feldeffekttransistor

503 zweiter n-MOS-Schutz-Feldeffekttransistor

## Patentansprüche:

1. Pulsgenerator-Schaltkreis zum Erzeugen eines Eingangssignals für einen Flip-Flop-Schaltkreis aus einem Taktsignal und aus einem Datensignal,

- mit einem Takt-Feldeffekttransistor, an dessen Gate-Anschluss das Taktsignal anlegbar ist, und an dessen ersten Source-/Drain-Anschluss das Eingangssignal für einen Flip-Flop-Schaltkreis bereitstellbar ist;
- mit einem Logik-Feldeffekttransistor, an dessen Gate-Anschluss das Datensignal anlegbar ist, und dessen erster Source-/Drain-Anschluss mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des Takt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist;
- mit einem Rückkopplungs-Feldeffekttransistor, an dessen Gate-Anschluss ein auf dem Taktsignal basierendes Rückkopplungssignal anlegbar ist, dessen erster Source-/Drain-Anschluss mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des Logik-Feldeffekttransistors gekoppelt ist, und an dessen zweiten Source-/Drain-Anschluss ein erstes elektrisches Referenzpotential anlegbar ist;
- mit einer Ansteuereinheit zum Ansteuern des Takt-Feldeffekttransistors, des Logik-Feldeffekttransistors und des Rückkopplungs-Feldeffekttransistors derart, dass zum Erzeugen des Eingangssignals der Takt-Feldeffekttransistor zeitlich nach dem Logik-Feldeffekttransistor und dem Rückkopplungs-Feldeffekttransistor zum Generieren des Flip-Flop-Signals angesteuert wird.

2. Pulsgenerator-Schaltkreis nach Anspruch 1, mit einem Zusatz-Takt-Feldeffekttransistor, an dessen Gate-Anschluss das Taktsignal anlegbar ist, an dessen ersten Source-/Drain-Anschluss ein zweites elektrisches Referenzpotential anlegbar ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit dem ersten Source-/Drain-Anschluss des Takt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

3. Pulsgenerator-Schaltkreis nach Anspruch 2,  
mit einem Zusatz-Rückkopplungs-Feldeffekttransistor, dessen  
Gate-Anschluss mit dem Gate-Anschluss des Rückkopplungs-  
5 Feldeffekttransistors gekoppelt ist, an dessen ersten Source-  
/Drain-Anschluss das zweite elektrische Referenzpotential  
anlegbar ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit  
dem ersten Source-/Drain-Anschluss des Takt-  
Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

10

4. Pulsgenerator-Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis  
3,  
mit einem Bypass-Feldeffekttransistor, dessen Gate-Anschluss  
mit dem Flip-Flop-Schaltkreis gekoppelt ist, an dessen ersten  
15 Source-/Drain-Anschluss das erste elektrische  
Referenzpotential anlegbar ist, und dessen zweiter Source-  
/Drain-Anschluss mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des  
Takt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

20

5. Pulsgenerator-Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis  
3,  
mit einem Bypass-Feldeffekttransistor, dessen Gate-Anschluss  
mit dem Flip-Flop-Schaltkreis gekoppelt ist, dessen erster  
Source-/Drain-Anschluss mit dem ersten Source-/Drain-  
25 Anschluss des Rückkopplungs-Feldeffekttransistors gekoppelt  
ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit dem  
zweiten Source-/Drain-Anschluss des Takt-  
Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

30

6. Pulsgenerator-Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis  
5,  
bei dem das erste elektrische Referenzpotential ein  
elektrisches Massepotential und/oder bei dem das zweite  
elektrische Referenzpotential ein elektrisches  
35 Versorgungspotential ist.

7. Pulsgenerator-Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis



6,

bei dem der Takt-Feldeffekttransistor, der Logik-Feldeffekttransistor und der Rückkopplungs-Feldeffekttransistor Feldeffekttransistoren des n-

5 Leitungstyps sind.

8. Pulsgenerator-Schaltkreis nach einem der Ansprüche 3 bis 7,

10 bei dem der Zusatz-Takt-Feldeffekttransistor und der Zusatz-Rückkopplungs-Feldeffekttransistor Feldeffekttransistoren des p-Leitungstyps sind.

9. Pulsgenerator-Schaltkreis nach einem der Ansprüche 4 bis 8,

15 bei dem der Bypass-Feldeffekttransistor ein Feldeffekttransistor des n-Leitungstyps ist.

10. Pulsgenerator-Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

20 mit einem zu dem aus den Feldeffekttransistoren gebildeten ersten Signalpfad schaltungsgleichen zweiten Signalpfad aus zusätzlichen Feldeffekttransistoren, welche zusätzlichen Feldeffekttransistoren zum Generieren eines zu dem Eingangssignal für den Flip-Flop-Schaltkreis komplementären Komplementär-Eingangssignals aus dem Taktsignal und aus einem

25 zu dem Datensignal komplementären Komplementär-Datensignal verschaltet sind.

11. Pulsgenerator-Schaltkreis nach Anspruch 10,

30 bei dem der erste Source-/Drain-Anschluss des zusätzlichen Takt-Feldeffekttransistors des zweiten Signalpfads mit dem Gate-Anschluss des Zusatz-Rückkopplungs-Feldeffekttransistors des ersten Datenpfads gekoppelt ist.

35 12. Pulsgenerator-Schaltkreis nach Anspruch 10 oder 11, bei dem der erste Source-/Drain-Anschluss des Takt-Feldeffekttransistors des ersten Signalpfads mit dem Gate-

Anschluss des zusätzlichen Zusatz-Rückkopplungs-  
Feldeffekttransistors des zweiten Datenpfads gekoppelt ist.

13. Pulsgenerator-Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis

5 12,

bei dem die Ansteuereinheit derart eingerichtet ist, dass sie  
das Datensignal an den Gate-Anschluss des Logik-  
Feldeffekttransistors anlegt, zeitlich bevor das Taktsignal  
zum Überführen des Takt-Feldeffekttransistors von einem  
10 Zustand mit nichtleitendem Kanal-Bereich in einen Zustand mit  
leitendem Kanal-Bereich geschaltet wird.

14. Schaltkreis-Anordnung

- mit einem Pulsgenerator-Schaltkreis nach einem der
- 15 Ansprüche 1 bis 13;
- mit einem Flip-Flop-Schaltkreis, der mit dem  
Pulsgenerator-Schaltkreis derart verschaltet ist, dass  
das von dem Pulsgenerator-Schaltkreis generierbare  
Eingangssignal in den Flip-Flop-Schaltkreis einkoppelbar  
20 ist.

15. Schaltkreis-Anordnung nach Anspruch 14,  
bei welcher der Flip-Flop-Schaltkreis Speicher-  
Feldeffekttransistoren zum Speichern eines auf dem  
25 Eingangssignal und/oder dem Komplementär-Eingangssignal  
basierenden Speichersignals aufweist.

16. Schaltkreis-Anordnung nach Anspruch 15,  
bei welcher der Flip-Flop-Schaltkreis Schalt-  
30 Feldeffekttransistoren aufweist, die zwischen den Speicher-  
Feldeffekttransistoren und dem Pulsgenerator-Schaltkreis  
geschaltet sind.

17. Schaltkreis-Anordnung nach Anspruch 16,  
35 mit einem ersten Schalt-Feldeffekttransistor, dessen Gate-  
Anschluss mit dem ersten Source-/Drain-Anschluss des Takt-  
Feldeffekttransistors gekoppelt ist, an dessen ersten Source-

/Drain-Anschluss das zweite elektrische Referenzpotential anlegbar ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit einem Speicherknoten der Speicher-Feldeffekttransistoren gekoppelt ist.

5

18. Schaltkreis-Anordnung nach Anspruch 17, mit einem zweiten Schalt-Feldeffekttransistor, dessen Gate-Anschluss mit dem Gate-Anschluss des Komplementär-Bypass-Feldeffekttransistors gekoppelt ist, an dessen ersten Source-/Drain-Anschluss das erste elektrische Referenzpotential anlegbar ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des ersten Schalt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

10

15

19. Schaltkreis-Anordnung nach Anspruch 18, mit einem Schutz-Feldeffekttransistor, dessen Gate-Anschluss mit dem Gate-Anschluss des ersten Schalt-Feldeffekttransistors gekoppelt ist, dessen erster Source-/Drain-Anschluss mit dem zweiten Source-/Drain-Anschluss des ersten Schalt-Feldeffekttransistors und mit einem Source-/Drain-Anschluss eines Speicher-Feldeffekttransistors gekoppelt ist, und dessen zweiter Source-/Drain-Anschluss mit einem Source-/Drain-Anschluss eines anderen Speicher-Feldeffekttransistors gekoppelt ist.

20

25

20. Schaltkreis-Anordnung nach einem der Ansprüche 14 bis 19, mit einem zu dem aus den Feldeffekttransistoren des Flip-Flop-Schaltkreises gebildeten dritten Signalpfad schaltungsgleichen vierten Signalpfad aus zusätzlichen Feldeffekttransistoren, welche zusätzlichen Feldeffekttransistoren des Flip-Flop-Schaltkreises zum Speichern eines zu dem Speichersignal komplementären Komplementär-Speichersignals verschaltet sind.

30

35

## Zusammenfassung

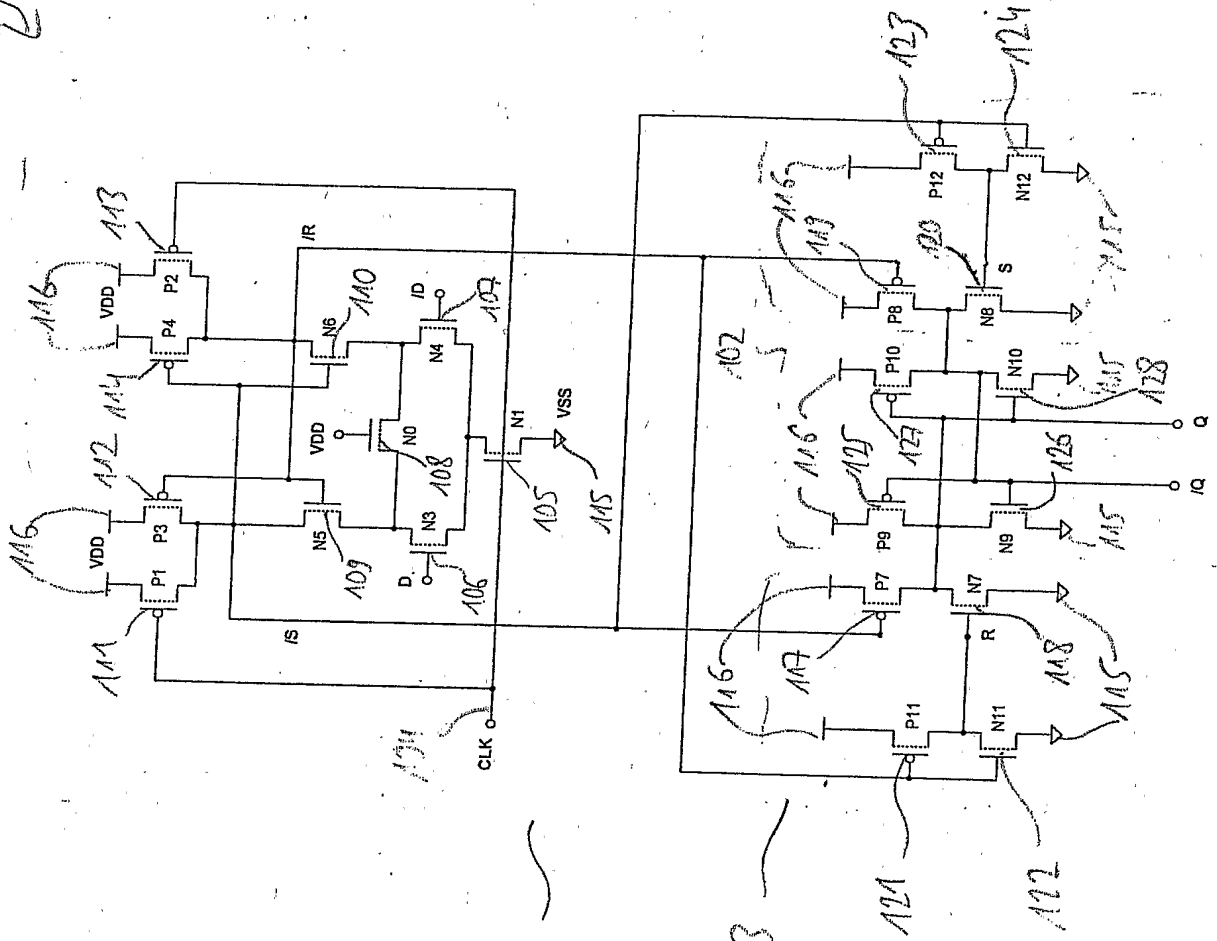
## Pulsgenerator-Schaltkreis und Schaltkreis-Anordnung

- 5 Die Erfindung betrifft einen Pulsgenerator-Schaltkreis zum Erzeugen eines Eingangssignals für einen Flip-Flop-Schaltkreis aus einem Taktsignal und aus einem Datensignal, mit einer Ansteuereinheit zum Ansteuern eines Takt-Feldeffekttransistors, eines Logik-Feldeffekttransistors und
- 10 eines Rückkopplungs-Feldeffekttransistors, die derart eingerichtet ist, dass zum Erzeugen des Eingangssignals der Takt-Feldeffekttransistor zeitlich nach dem Logik-Feldeffekttransistor und dem Rückkopplungs-
- 15 Feldeffekttransistor zum Generieren des Flip-Flop-Signals angesteuert wird.

45

15

101



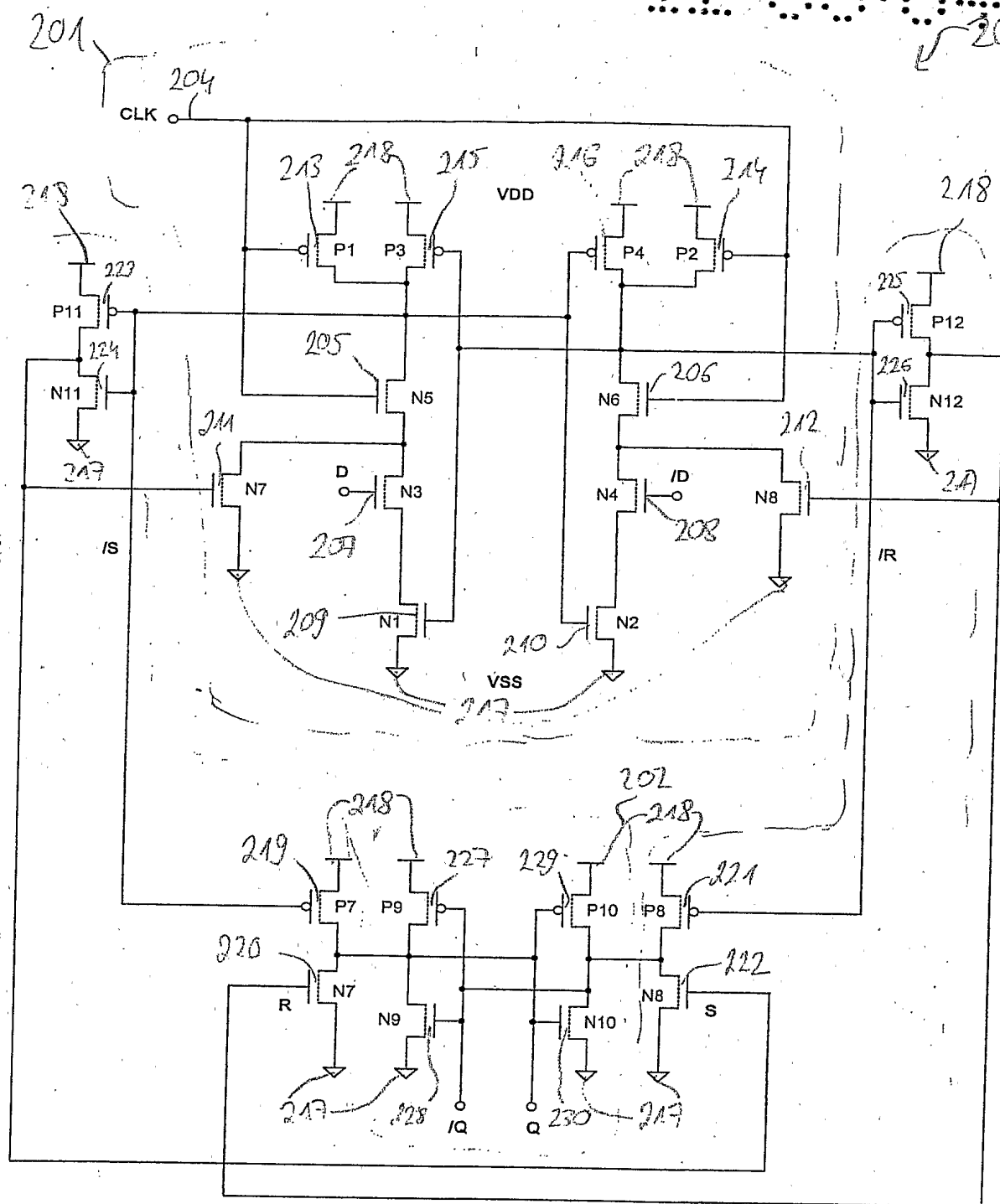


Fig. 2

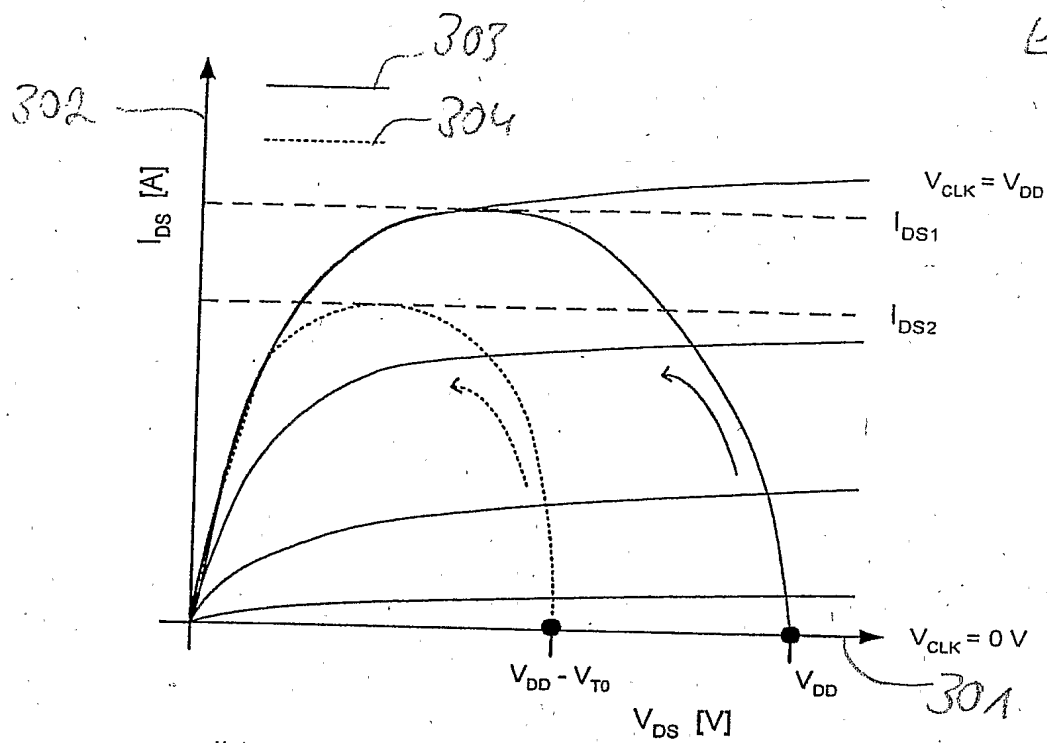


Fig. 3

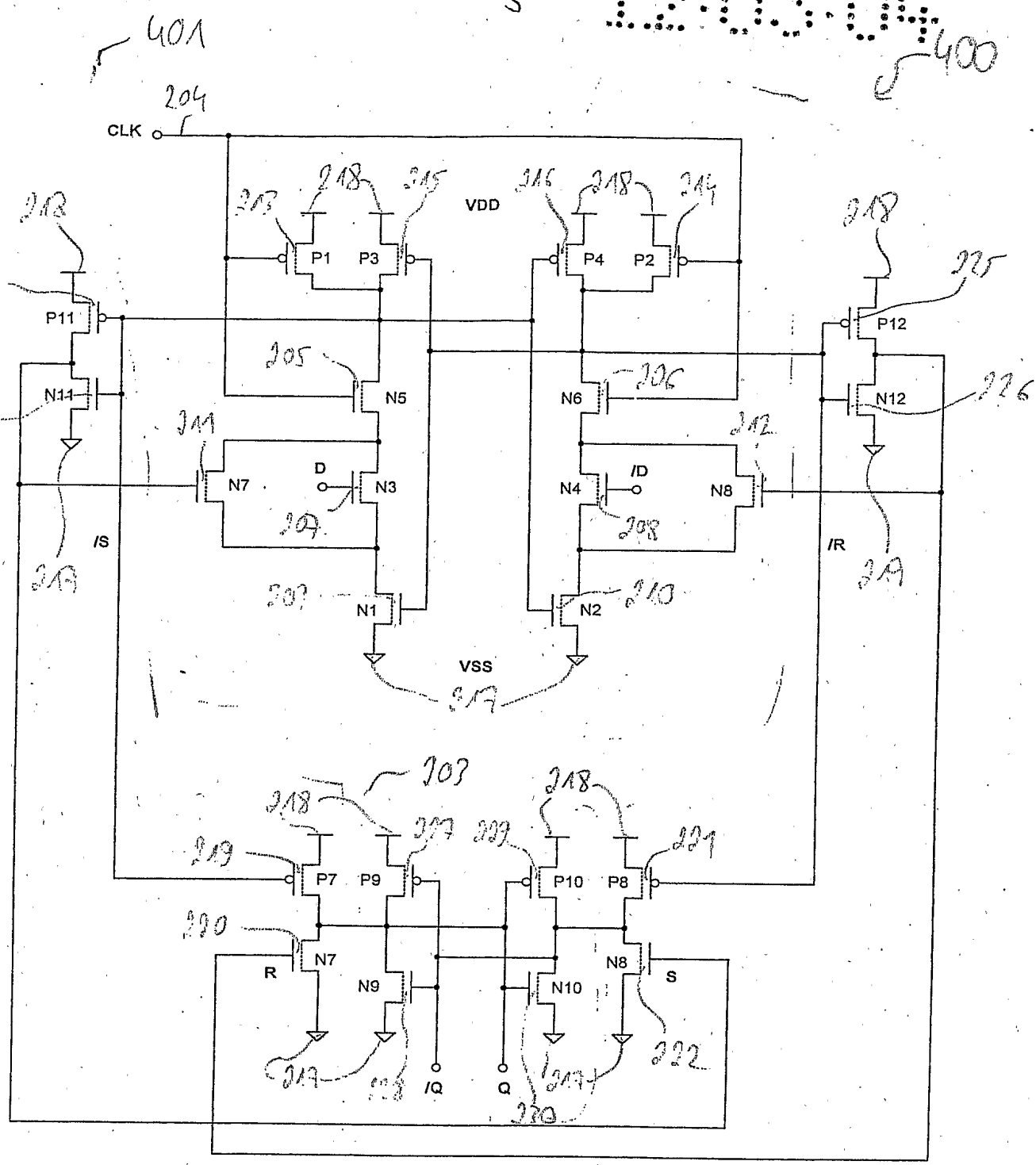


Fig. 4

202



5/5

120304 500

40

204 CLK

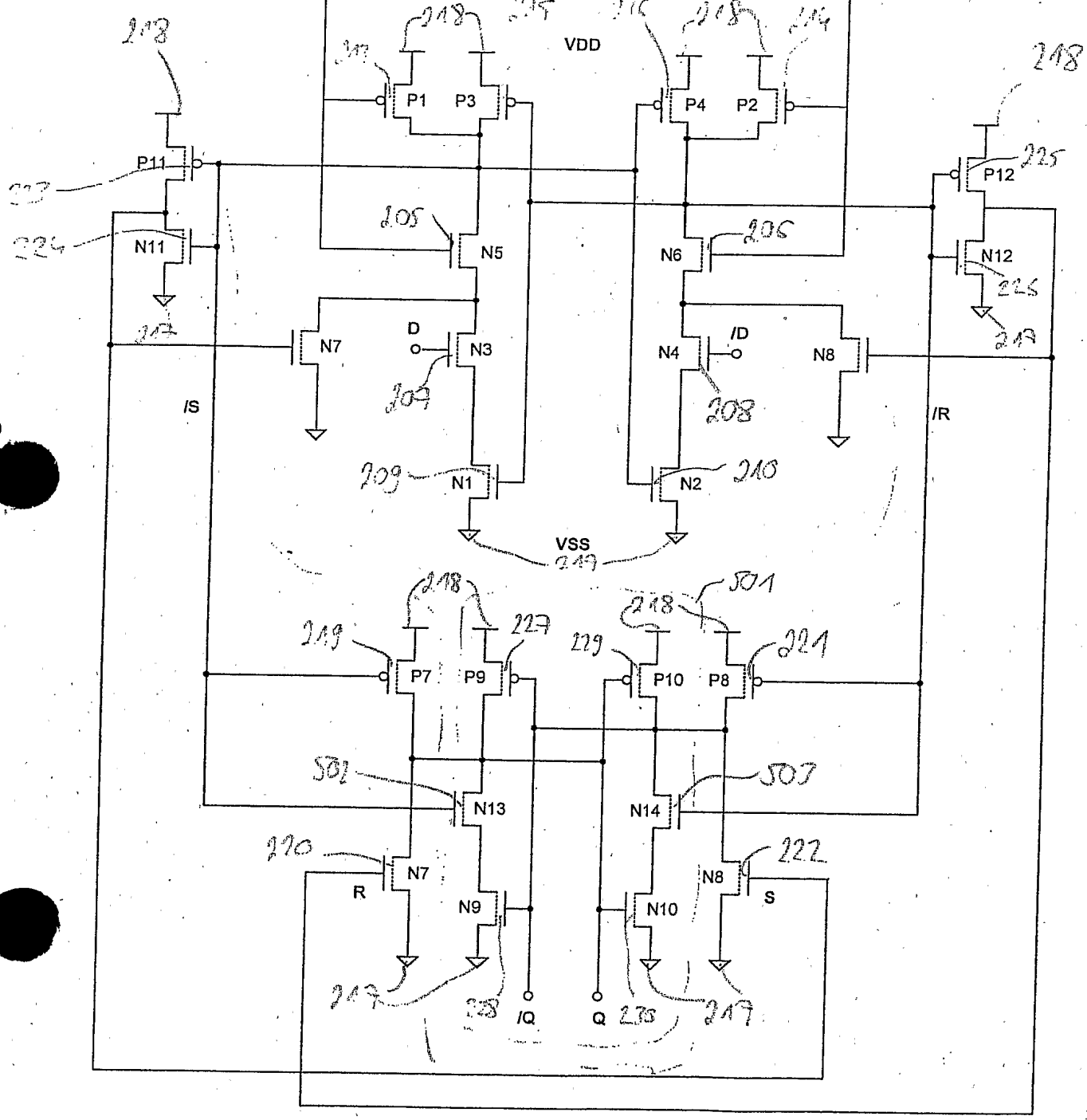


Fig. 5

202